Archive of SID

The Effect of Combined Exercises on Neural Drive and Muscle Strength in Females with Multiple Sclerosis

Khorshid Sokhangu M[1], Rahnama N[2], Rafeii M[3], Etemadifar M[4], Kiani F[5]

Abstract

Purpose: Multiple Sclerosis (MS) is a chronic disease of the central nervous system which leads to myelin destruction and dysfunction in nerve conduction. Reducing nervous stimulation and decreased muscle strength are debilitating symptoms and complications of the disease. Practicing therapy is a very important therapeutic approach to reduce the symptoms of the disease, to reduce the level of disability and to improve the independence of MS patients. The purpose of this study was to evaluate the effect of eight weeks of combined exercises on neural drive, strength of women with MS.

Methods: Twenty female MS patients were selected and randomly assigned in to the experimental group (mean ± SD; age 38.7 ± 7.24 years, height 1.56 ± 5.84 cm and weight 46.1 ± 9.87 kg) and control group (mean ± SD; age 40.1 ± 5.64 years, height 1.58 ± 6.04 cm, and weight 55.5 ± 11 kg). The combined exercise program (flexibility, strength, balance, central stability, agility and plyometric) was performed for 8 weeks, 3 times per week, 45 min per session for the experimental group. In order to investigate the neural drive of the rectus femoris muscle, vastus lateralis muscle and semitendinosus muscle (Electromyography), muscular strength of quadriceps and hamstring muscles (Biodex). Data were analyzed by repeated measures ANOVA test ($p<0.05$).

Result: Eight weeks, combined exercise significantly improved in the neural drive of the rectus femoris muscle ($p<0.05$), vastus lateralis muscle ($p<0.05$) and semitendinosus muscle ($p<0.05$). Also, the exercise protocol significantly improved the strength of quadriceps muscles ($p<0.05$) and knee hamstrings of patients ($p<0.05$) with MS ($p<0.05$).

Conclusion: According to the present study, combined exercises can be used to improve the symptoms of muscle weakness and increase nervous excitability in people with MS. It could be recommended as a modality for this patient.

Keywords: Exercise therapy, Neural conduction, Multiple sclerosis, Muscle contraction

Received: 2021.05.09 Accepted: 2021.10.25

تاثیر تمرینات ترکیبی بر رانش عصبی و قدرت عضلانی زنان مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس

مریم خورشید سخنگوی[۱]، نادر رهنما[۲]، مهدی رافعی[۳]، مسعود اعتمادی فر[۴]، فاطمه کیانی[۵]

هدف: مولتیپل اسکلروزیس (Multiple Sclerosis; MS) بیماری مزمن سیستم عصبی مرکزی است که به وسیله تخریب میلین سلول های عصبی مرکزی باعث اختلال در هدایت جریان عصبی می شود. کاهش تحریک پذیری عصبی وکاهش قدرت عضلانی از علائم و عوارض ناتوان کننده این بیماری به شمار می رود. تمرین درمانی یک رویکرد بسیار مهم درمانی، برای کاهش علائم و نشانه های بیماری، کاهش سطح ناتوانی و بهبود استقلال در بیماران مبتلا به MS می‌باشد. هدف این تحقیق تعیین تاثیر تمرینات ترکیبی بر رانش عصبی، قدرت عضلانی زنان مبتلا به MS بود.

روش بررسی: تعداد ۲۰ نفر از زنان مبتلا به MS به صورت هدفمند انتخاب و به شکل تصادفی به دو گروه تجربی (سن ۷/۲ ± ۳۸/۷ سال، قد ۵/۴ ± ۱۵۶ سانتی متر، وزن ۹/۸ ± ۴۶/۱ کیلوگرم) و گروه کنترل (سن ۵/۶ ± ۴۰/۱ سال، قد ۶ ± ۱۵۸ سانتی متر، وزن ۱۱ ± ۵۵/۵ کیلوگرم) تقسیم شدند. برنامه تمرینات ترکیبی (انعطاف پذیری، قدرتی، تعادل، ثبات مرکزی، چابکی و پلیومتریک) به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و هرجلسه به مدت ۴۵ دقیقه برای گروه تجربی اجرا شد. به منظور بررسی رانش عصبی عضلات راست رانی، پهن جانبی و نیمه وتری از الکترومایوگرافی سطحی، قدرت ایزومتریک

www.SID.ir

Archive of SID

عضلات چهارسررانی و همسترینگ از بایودکس ایزوکنتیک استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده ها به وسیله آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر انجام شد (p<۰/۰۵).

یافته ها: هشت هفته تمرینات ترکیبی باعث بهبود رانش عصبی عضلات راست رانی (p<۰/۰۵)، پهن جانبی(p<۰/۰۵) و نیم وتری (p<۰/۰۵) زانو شد. همچنین پروتکل اجرا شده باعث بهبود قدرت عضلات چهارسررانی(p<۰/۰۵) و همسترینگ زانو (p<۰/۰۵) بیماران مبتلا به MS شد.

نتیجه گیری: با توجه به تحقیق حاضر از تمرینات ترکیبی می توان برای بهبود علائم ضعف عضلانی و افزایش تحریک پذیری عصبی این بیماران استفاده کرد. با توجه به این نتایج، متخصصان مربوطه می توانند از این تمرینات به عنوان یک مکمل درکنار درمان های دارویی برای بیماران MS استفاده کنند.

کلمات کلیدی: تمرین درمانی، انقباض عضلانی ، هدایت عصبی، MS

نویسنده مسئول: مریم خورشیدی سخنگوی، msokhangu@gmail.com، ORCID: 0000-0001-1282-6128

آدرس: اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی

۱- دکترای تخصصی حرکت اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- استاد گروه حرکت اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استادیار رفتارحرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۴- استاد گروه مغز و اعصاب، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۵- استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزادساوه ،ساوه، ایران

مقدمه

مولتیپل اسکلروزیس (Multiple Sclerosis; MS) شایع- ترین بیماری نورولوژیک پیشرونده در افراد جوان بالغ می باشد. این بیماری باعث از بین رفتن غلاف میلین سلول های عصبی شده و در نتیجه آن فقدان هدایت نرمال پیام های عصبی را در سیستم اعصاب مرکزی سبب خواهد شد (۱).

بر پایه آمار سازمان بهداشت جهانی در حدود ۳/۵ میلیون نفر در دنیا به این بیماری مبتلا هستند. و با توجه به شیوع روزافزون آن از این بیماری به عنوان بیماری قرن یاد می شود (۲). شیوع این بیماری در زنان دو برابر مردان است.، طی چند سال اخیر، مطالعات انجام گرفته، در منطقه خاورمیانه و ایران، حاکی از شیوع نسبتا زیاد این بیماری در این مناطق است. در حال حاضر، بیش از ۴۰۰۰۰ بیمار مبتلا به MS در ایران شناخته شده اند و تعداد آن ها رو به افزایش است (۳). علائم این بیماری باعث ایجاد تاری دید، دو بینی، ضعف عضلانی، اختلال در تعادل و هماهنگی، اختلال در درک حس های مختلف، افسردگی، درد، اختلال شناختی، عدم تمرکز، خستگی، لرزش، سرگیجه، نارسایی عملکرد روده ها، مثانه و عملکرد جنسی در فرد بیمار می شود (۴).

ضعف ارادی عضلات در این بیماران عموما به بدون میلین شدن راه های سیستم عصبی مرکزی نسبت داده می شود، که این احتمالا سطح کلی نورون های حرکتی نخاع را که می توانند برانگیخته شوند را کاهش داده، در نتیجه به کارگیری واحد های حرکتی کاهش یا ناتوانی واحدهای حرکتی در تولید انقباض کزازی (انقباض یکنواخت و پیوسته) می باشد (۵). از آنجا که MS یک بیماری مزمن از سیستم عصبی مرکزی است تعجب آور نیست که عملکرد عصبی را تحت تاثیر قرار دهد، به عنوان نمونه تغییر در به کارگیری عصبی و عضلانی که موثر بر نرون های حرکتی فوقانی است باعث اختلال در تولید نیرو می شود(۶). درآسیب نرون های حرکتی فوقانی، از هرگونه سیگنال ارادی از قشرحرکتی مغز برای برقراری ارتباط با عضله جلوگیری می شود (۷). با توجه به مکانیسم های عصبی زیر بنایی کاهش قدرت، مطالعه اخیر که توسط Scott و همکاران (۶) انجام شده نشان می دهد رانش عصبی یا تحریک پذیری عصبی، که توسط الکترومایوگرافی سطحی ارزیابی شد در افراد مبتلا به MS با مقیاس ناتوانی جسمانی در حد متوسط (۶، ۵، ۴) در عضله پهن جانبی ۵۴ درصد در مقایسه با افراد سالم کاهش یافته بود. اختلال جریان عصبی مشاهده شده در

www.SID.ir

Archive of SID

افراد مبتلا به MS، با کاهش توانایی در فعالیت واحدهای حرکتی در ران و عضلات پا هنگام حداکثر انقباض های ارادی همراه است. بنابراین فعالیت عضله در طی ماکزیمم (Maximum) انقباض ارادی در این افراد (۹۳-۴۷) درصد و در افراد سالم (۱۰۰-۹۴) درصد بود. همچنین، کاهش درحداکثر میزان برانگیخته شدن واحد های حرکتی در این افراد گزارش شده است. کاهش در فعالیت سیستم مرکزی می تواند به دلیل کاهش واحدهای حرکتی آوران و فعالیت ناقص واحد های حرکتی باشد که باعث تغییرات معنادار درون عضلات، کاهش سرعت انقباض اندام تحتانی و ظرفیت اکسیداتیو (Oxidative) پایین تر و آتروفی می گردد (۶). بیماری MS، باعث کاهش رانش عصبی از سیستم عصبی به عضلات اندام تحتانی می گردد (۸). در افراد مبتلا به MS، عضلات اندام تحتانی نسبت به عضلات اندام فوقانی بیشتر تحت تأثیر ضعف عضلانی قرار می گیرند (۹). کاهش قدرت عضلانی با اختلال حرکتی در ارتباط می باشد، اختلال حرکتی به عنوان بحرانی ترین علائم از دید بیماران مبتلا به MS شناخته شده است. این اختلال از طریق داروی چهار آمینو پیریدین (یک مسدود کننده کانال پتاسیم) درمان می شود، اما فقط چهل درصد از افراد مبتلا به MS به آن واکنش مثبت نشان می دهند.. مکانیسم های کاهش قدرت در ابتدا احتمالا عصبی و عضلانی می باشد(۱۰) و این در حالی است که پژوهشگران استفاده از وسیله کمکی و کاهش توانایی راه رفتن را از عوامل افزاینده خطر سقوط در بیماران مبتلا به MS بر شمرده اند(۱۱).

دو عامل اثرگذار: ۱- روند بیماری (به عنوان مثال دمیلینه شدن و از بین رفتن آکسون در سیستم عصبی مرکزی) ۲- کاهش سطح فعالیت بدنی، باعث مشاهده اختلالات، در بیماران مبتلا به MS است، ولی میزان اثرگذاری هرکدام از این دو عامل در ایجاد اختلالات، نامشخص است. با این حال، به نظر می رسد که اختلالات مربوط به عدم فعالیت بدنی برگشت پذیر باشد. در سال های اخیر با توجه به تحقیقات و بحث های به چالش کشیده شده، فعالیت بدنی به عنوان بخشی از توانبخشی افراد مبتلا به MS تبدیل شده است (۱۲). Fimland و همکاران (۸) تاثیر ۳ هفته تمرینات مقاومتی بر رانش عصبی عضله نعلی در افراد مبتلا به MS را بررسی کردند که در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، افزایش رانش عصبی و قدرت عضلانی مشاهده شد (۸). Dalgas و همکاران (۱۳) افزایش رانش عصبی و قدرت عضلانی را پس از تمرینات مقاومتی پیشرونده در افراد مبتلا به MS بررسی کردند که در نتیجه ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی پیشرونده بر روی اندام تحتانی باعث افزایش رانش عصبی در اکستنسورها (Extensors) و فلکسورهای (Flexors) زانو در طی حداکثر انقباض ارادی شد. بهبود رانش عصبی در ۱۲هفته دوره پیگیری حفظ شد. به نظر می رسد که توسعه مداخله های تمرین بتواند عملکرد عصبی را بهبود و فرایند نابود شدن نرون ها را در بیماران مبتلا به MS را به تاخیر بیندازد (۱۳).

در بیماران MS، فواید تمریناتی از جمله تمرینات مقاومتی، تمرینات هوازی و تمرینات ثبات مرکزی مورد بررسی قرار گرفته است علاوه بر این، تمرینات ترکیبی شامل مؤلفه های هوازی، مقاومتی و یا تعادل در برخی مطالعات ارزیابی شده است (۱۴). تعداد محدودی از مطالعات، تمرینات مقاومتی را برای بهبود رانش عصبی پیشنهاد داده اند (۱۳ ،۸) برنامه های تمرینات ترکیبی در سال های اخیر جهت درمان های توانبخشی افراد مبتلا به MS پیشنهاد شده است، در مورد اثر بخشی تمرینات ترکیبی، تحقیقات کمی وجود دارد (۱۴). اخیرا Mayo و همکاران (۱۵) نشان دادند که یک برنامه ورزشی هدفمند MS که شامل تمرین های هوازی، قدرتی، تعادلی، ثبات مرکزی است، در بهبود قدرت عضلانی و کیفیت زندگی مناسب است(۱۵). در این تحقیق تمرینات ترکیبی شامل تمرینات انعطاف پذیری، ثبات مرکزی، تعادلی و قدرتی و چابکی و پلیومتریک می باشد، این تمرینات یک سبک از تمریناتی را توصیف می کند که دارای رشته های متعدد است. هر یک از این رشته های مورد استفاده در این تمرینات منجر به یک محرک منحصر به فرد می شود که راندمان و دقت سیستم عصبی را به نحوی که مرتبط با حرکت بدن است را توسعه می دهد (۱۶). بخش بزرگی از رشد قدرت مرتبط با پیشرفتی است که از طریق فعال سازی و هماهنگ سازی واحدهای حرکتی که رابط بین عضله و سیستم عصبی است. با این حال، قدرت تنها برای توسعه کل محدوده سیستم عصبی و سیستم عصبی عضلانی کافی نیست (۱۷). بنابراین ترکیب تمرینات ثبات مرکزی، تعادل، چابکی و تمرینات

www.SID.ir

Archive of SID

پلیومتریک (Plyometrics) به منظور افزایش الگوهای حرکتی فعالیت های روزانه موثر می باشد (۱۸). رابط بین سسیتم عصبی و عضلانی، واحد های حرکتی هستند که محرک سیستم عضلانی و حسی عمقی می باشند. واحدهای حرکتی عضلات بزرگ و قدرتمند تحت تسلط تمرینات قدرتی هستند اما تمرینات قدرتی بدون تمرینات ثبات، خطر آسیب دیدگی را افزایش می دهند. تمرینات واحدهای حرکتی عضله تثبیت کننده، تحت حوزه تمرینات ثبات و تعادل هستند. تمرینات ثبات و تعادل با اصلاح موقعیت به وسیله بهبود هماهنگی سیستم عصبی با عضلات تثبیت کننده مختلف، در حال توسعه قدرت در آن عضلات می باشند (۱۶). به طور خاص، در این نوع تمرینات ترکیبی، تنوع فعالیت وجود دارد، از جمله تمرینات پلیومتریک که سیستم عصبی این بیماران را به چالش می کشد. این یک عامل مهم در تقویت اثر تمرین و حفظ تطابق پذیری بیمار با تمرینات است بدون این که اثرات منفی در بیمار ایجاد شود. مکان مطالعه، اصفهان، یکی از شهر های بزرگ ایران است که با افزایش چشمگیر شیوع MS، بالاترین میزان در اقیانوسه و آسیا روبه رو شده است (۱۹). تاکنون تاثیر این تمرینات ترکیبی هم برروی رانش عصبی و قدرت عضلانی زنان مبتلا به MS انجام نشده است. لذا مسئله ای که در این تحقیق مورد بررسی قرار می گیرد این است که آیا تمرینات ترکیبی باعث بهبود رانش عصبی و قدرت عضلانی در بیماران مبتلا به MS می شود؟

روش بررسی

این تحقیق از نوع نیمه تجربی می باشد. جامعه تحقیق حاضر بیماران زن مبتلا به بیماری MS در کلینیک MS اصفهان به تعداد ۶۰ نفر بودند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار آماری G*Power مبتنی برآزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری، برای انجام آزمون در سطح معناداری ۵ درصد (α=۰/۰۵)، با توان آزمون ۸۰ درصد (β=۰/۲) و اندازه اثر متوسط (d=۰/۳) و تعداد تکرار ۲، برابر ۳۰ مورد (دو گروه ۱۵ تایی) بدست آمد. پس از شروع مطالعه ۵ نفر در هر گروه به دلایل عدم شرکت منظم در جلسات تمرینی و داشتن غیبت بیش از سه جلسه، عدم تمایل به ادامه همکاری به علت مشکلات شخصی و انجام مداخلات درمانی دیگر از مطالعه خارج شدند.

بدین منظور تعداد ۲۰ نفر از زنان مبتلا به بیماری MS با معیار ناتوانی جسمانی (Expanded Disability Status Scale; EDSS) بین ۳ -۱ ، با دامنه سنی ۳۰ تا ۵۰ سال با مراجعه کننده به انجمن MS شهرستان اصفهان به صورت هدفمند و در دسترس به عنوان نمونه ی آماری انتخاب و براساس مهم ترین شاخص این بیماری یعنی میزان نمره EDSS همتاسازی و به طور تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. معیارهای ورود، تشخیص بیماری براساس معاینات عصبی و تصویر برداری رزونانس مغناطیسی توسط پزشک متخصص مغز و اعصاب مسجل گردیده باشد، ابتلا به بیماری MS شناخته شده با استفاده از شاخص EDSS(1-3)، عدم ابتلا به بیماری قلبی- عروقی، عدم سابقه ی بیماری های متابولیکی، جنسیت زنانه، توانایی شرکت در جلسات تمرینی به طور مرتب (حداکثر تعداد غیبت برای آن ها دو جلسه در دوره تمرینی در نظر گرفته خواهد شد) و محدوده سنی ۳۰ تا ۵۰ سال بود (۳). معیارهای خروج شامل، سابقه بیماری های حاد یا مزمن، سابقه بیماری های ارتوپدی، عدم تکمیل آزمون ها و عدم حضور مستمر در تمرینات است (۳). قبل از دریافت رضایت نامه از آزمودنی ها، اطلاعات لازم در خصوص ماهیت و نحوه ی اجرای تحقیق و نکاتی که می بایست شرکت کنندگان در این پژوهش رعایت می کردند در اختیار آنان قرار گرفت.

پس از تکمیل رضایت نامه در ابتدا برخی ویژگی های آنتروپومتریک از قبیل سن، قد، وزن از آزمودنی ها گرفته شد (جدول ۲). جهت انجام پیش آزمون، با رعایت ایجاد شرایط یکسان زمان، مکان و.... برای تمامی شرکت کننده- ها و با نطارت مستقیم محقق، آزمون های مربوط به رانش عصبی و قدرت عضلانی انجام شد و بدین ترتیب مبادرت به کسب اطلاعات مربوط به پیش آزمون از آزمودنی ها نمودیم. مکان تمرینات، جهت تمهیدات پژوهشی و بهداشتی به منظور حفظ سلامت شرکت کنندگان اعم از کنترل دما، تهویه و ..... در مرکز کلینیک MS اصفهان انجام پذیرفت. برای سنجش رانش عصبی آزمودنی ها در پیش آزمون و پس از اتمام دوره ۸ هفته تمرین در پس آزمون از سیگنال های الکترومایوگرافی سطحی (از طریق دستگاه ME600, ساخت شرکت کشورفنلاند)، درطی حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک

www.SID.ir

Archive of SID

عضلات راست رانی، پهن جانبی و نیم وتری هنگام انجام حرکات فلکشن (Flexion) و اکستنشن (Extension) زانو با قرار دادن الکترودهای سطحی استفاده شد. قبل از قرار دادن الکترودها بر روی سطح پوست، موهای زائد حذف و با الکل و پنبه سطح پوست کاملا تمیز شد. پیدا کردن محل الکترودها با استفاده از روش استاندارد سنیام (Sanyam) برای عضله راست رانی، پهن جانبی و نیم وتری انجام شد، فاصله مرکز الکترودها از یکدیگر ۲ سانتی متر بود (۲۰). فرکانس نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز تنظیم شد. داده های خام الکترومایوگرافی (Electromyography; EMG) به صورت موج کامل اصلاح شدند و برای حذف هر گونه نویز از فیلتر پایین گذر استفاده شد. پس از آن، ناحیه زیر منحنی (Integrated EMG ; iEMG) از زمان شروع انقباض تا زمان پایان انقباض بدست آمد(۲۰). iEMG در طی حداکثر انقباض ایزمتریک به عنوان رانش عصبی بیان می شود (۱۳). به منظور تعیین دقیق زمان شروع انقباض، یک زمان ۵/ . ثانیه ای قبل از شروع فعالیت عضله در نظر گرفته شد سپس میانگین آن قسمت را به اضافه ۳ انحراف معیار فعالیت الکتریکی در این بازه زمانی کردیم عدد محاسبه شده آستانه شروع فعالیت عضله (Onset) در نظر گرفته شد، که این روش را الگوریتم Di Fabio نامند و به منظور تعیین دقیق زمان پایان انقباض، یک زمان ۰/۵ ثانیه ای بعد از پایان فعالیت عضله در نظر گرفته شد سپس میانگین آن قسمت را به اضافه ۳ انحراف معیار فعالیت الکتریکی در این بازه زمانی کردیم عدد محاسبه شده پایان فعالیت عضله (Offset) در نظر گرفته شد، که از روش الگوریتم Di Fabio استفاده شد و با تعیین محل دقیق آن offset عضله مشخص شد (۲۱).

از بایودکس ایزوکنتیک (System 3 PRO Biodex dynamometer)، برای گرفتن حداکثر قدرت عضلانی، عضلات فلکسور (Flexor) و اکستنسور (Extensor) زانو در پیش آزمون و پس آزمون استفاده شد. داوطلبان با زاویه هیپ ۹۰ درجه بر روی صندلی مخصوص دستگاه نشستند و کمربندهای مخصوص برای جلوگیری از حرکت بدن آزمودنی و همچنین برای ثابت کردن اندام مورد نظر محکم بسته شد. پس از آموزش استاندارد در مورد دستگاه به داوطلبان، افراد ۳ بار حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک را، که مدت زمان هر انقباض ۵ ثانیه بود برای عضلات اکستنسور و فلکسور در زاویه ۷۰ درجه زانو انجام دادند و در همین وضعیت هم الکترودهای دستگاه الکترومایوگرافی برای ثبت سیگنال ها به آزمودنی ها متصل بود. بین هر انقباض بیشتر از۳۰ ثانیه استراحت بود و داوطلبان در طول انقباض بازخوردهای کلامی و بصری دریافت کردند، تست برای پای راست انجام شد (۱۲).

پروتکل تمرینی

تمامی افراد گروه تجربی، برنامه تمرینی انتخابی یکسانی را انجام دادند که شامل حرکت هایی برگرفته از چند دستورالعمل ورزشی توصیه شده برای این بیماران و بیماران استئوآرتریت استفاده شده است (۲۲، ۱۳، ۱۲) گروه کنترل فعالیت های معمول خود را داشتند. تمرینات ترکیبی شامل تمرینات مقاومتی، انعطاف پذیری، ثبات مرکزی، تعادلی، چابکی و پلیومتریک بود.در ابتدای هر جلسه تمرینی بیماران به مدت ۱۰ دقیقه با انجام حرکات کششی و مناسب، گرم کردن را انجام می دادند. مدت زمان اصلی تمرین هم به مدت ۴۵ دقیقه در نظر گرفته شد. به منظور افزایش اثر بخشی تمرینات در طول مدت دوره تمرین، شدت تمرینات به منظور رعایت اصل اضافه بار براساس(افزایش تعداد تکرارها و ثانیه ها و مقاومت تراباندها و نوع تمرین) تغییر می کرد. مدت تمرینات ۲ ماه و ۳ جلسه در هفته و تمرینات در ۳ ست و میزان استراحت ۱ دقیقه انجام شد.جهت ارزیابی شدت تمرین در حین انجام تمرینات توسط این بیماران، از مقیاس بورگ استفاده شد، به طوری که تمرینات در هفته اول تا دوم، از شدت بسیار سبک (۹) برخوردار بود، شدت آن در هفته سوم تا پنجم سبک (۱۱) و در هفته ششم تا هشتم از شدت کمی سخت (۸) که طبق مقیاس بورگ، محدوده شدت ۹ تا ۱۳ را در برمی گرفت (جدول۱).

در این پژوهش برای مقایسه افراد از نظر ویژگی های دموگرافیک، از آزمون تی مستقل استفاده شد. از روش-های آمار توصیفی در قالب آماره هایی چون میانگین، انحراف معیار جهت توصیف داده ها استفاده شد. در سطح استنباطی برای پاسخ به فرضیات تحقیق از آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری استفاده گردید. آزمون تعقیبی بونفرونی (Bonferoni) به منظور انجام مقایسه های دوتایی مورد استفاده قرار گرفت. پذیره های

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: پروتکل تمرینی ترکیبی

نوع تمرین	توضیح تمرین	هفته	ست	تکرار
تمرینات ثبات مرکزی	خوابیدن به پشت با زانو های خم، صاف کردن قوس کمر	۱	۳	۸
	خوابیدن به پشت با زانو های خم و بلند کردن زانو و نگه داشتن در زاویه ۹۰ درجه	۱	۳	۸
	خوابیدن به پشت با زانوی صاف وبلند کردن زانوی دیگر به سمت بدن با انقباض شکم	۲	۳	۸ ،۱۲
	انجام حرکت پل	۳-۴	۳	۸ ،۱۲
	چهار دست وپا همراه با بلند کردن پا	۴-۵	۳	۸ ،۱۲
	چهاردست وپا بلند کردن دست و پای مخالف	۵-۶	۳	۱۰ ،۱۲
تمرینات قدرتی	فلکشن مفصل شانه و ران با تراباند(قرمز ،سبز، آبی و مشکی)	۱-۵	۳	۸ ،۱۲
	آبداکشن مفصل شانه و ران با تراباند(قرمز ،سبز، آبی و مشکی)	۱-۵	۳	۸ ،۱۲
	اکستنشن مفصل شانه و ران با تراباند (قرمز ،سبز، آبی و مشکی)	۱-۵	۳	۸ ،۱۲
	فلکشن ران با تراباند(قرمز ،سبز، آبی و مشکی)	۱-۵	۳	۸ ،۱۲
	فلکشن زانو با تراباند(قرمز ،سبز، آبی و مشکی)	۳-۶	۳	۸ ،۱۲ ،۱۵
	حرکت نیمه اسکات	۷-۸	۳	۸ ،۱۲ ،۱۵
تمرینات تعادلی	لانچ ایستا همراه با کمک	۱	۳	۸
	Tandem stance	۱-۲	۳	۸ ،۱۰
	لانچ ایستا بدون کمک	۲	۳	۸ ،۱۲
	Tandem stance روی فوم با کمک	۳-۴	۳	۸ ،۱۲ ،۱۵
	Tandem stance روی فوم بدون کمک	۴-۵	۳	۸ ،۱۲ ،۱۵
	بلند شدن روی پنجه پا	۶	۳	۸ ،۱۲
	ایستادن روی یک پا	۷	۳	۸ ،۱۲
تمرینات چابکی	نشستن و برخاستن از روی صندلی	۱-۲	۳	۸ ،۱۲ ،۱۵
	راه رفتن بین دو مانع رفت و برگشت	۱-۲	۳	۳
	راه رفتن مورب بین دو مانع	۲-۳	۳	۳
	راه رفتن زیگزاگ بین موانع	۳-۴	۳	۳
	راه رفتن سریع بین دو مانع رفت و برگشت	۴-۵	۳	۳
	راه رفتن سریع بین دو مانع به صورت مورب	۵	۳	۳
	راه رفتن سریع بین موانع به صورت زیگزاگ	۶	۳	۳
	دویدن سریع بین موانع به صورت زیگزاگ	۶-۷	۳	۳
تمرینات پلیومتریک	حرکت لانچ پویا با برگشت	۶-۷	۳	۸ ،۱۲
	انجام حرکت استپ از کنار (ارتفاع کم)	۷-۸	۳	۸ ،۱۲
	پرش جفت و عمودی با پرتاب دست ها به جلو	۷	۳	۸ ،۱۲
	پرش جفت در مکان های مشخص شده	۸	۳	۳
	پرش لی لی در مکان های مشخص شده	۸	۳	۳

زیر بنایی مدل آنالیز واریانس با اندازه های تکراری از قبیل نرمال بودن توزیع خطا از طریق آزمون کولموگروف اسمیرنف، همگن بودن واریانس خطا از طریق آزمون لوین، و از آزمون دوربین- واتسون (Durbin-Watson) برای ناخودهمبسته بودن خطاهای مدل، استفاده شد. آزمون ها در سطح معناداری ($p< ۰/۰۵$) و با استفاده از نسخه ۱۸ نرم افزار SPSS انجام شد.

یافته ها

مشخصات بدنی و اطلاعات بالینی بیماران گروه های تمرین و کنترل در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج مربوط به آزمون کولموگروف اسمیرنف حاکی از نرمال

www.SID.ir

Archive of SID

بودن توزیع خطا بود (p>۰/۰۵) (پیوست ۱، جدول ۴). نتایج آزمون لون نشان دهنده برابر بودن واریانس خطاها بود (p>۰/۰۵) (پیوست ۱، جدول ۵). آزمون دوربین- واتسون نیز نشان- دهنده ناخود همبسته بودن خطاهای مدل بود (تمامی متغیرها مقادیر بین ۱/۶ تا ۲/۷ داشتند). بنابراین پذیره های زیر بنایی مورد تایید قرار گرفت. در جدول ۳ داده های مربوط به اطلاعات متغیر ها و آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری ارائه شده است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری در مورد تغییرات درون گروهی رانش عصبی عضله راست رانی پای راست (p=۰/۰۲)، عضله پهن جانبی (p=۰/۰۲)، عضله نیم وتری (p=۰/۰۴) پای راست وتغییرات درون گروهی قدرت عضلانی عضلات چهارسرانی (p=۰/۰۰) و عضلات همسترینگ (p=۰/۰۴) پای راست، معنادار بود. همچنین اثر تعاملی زمان (پیش آزمون و پس آزمون) بر گروه (کنترل و مداخله) در مورد رانش عصبی عضله راست-رانی (p=۰/۰۰۹)، رانش عصبی عضله پهن جانبی (p=۰/۰۱)، رانش عصبی عضله نیم وتری (p=۰/۰۰۱) و اثر تعاملی در قدرت عضلانی عضلات چهارسرانی (p=۰/۰۱) و همسترینگ (p=۰/۰۰۳)، معنی دار است. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به اثر متقابل نشان داد در گروه کنترل میانگین رانش عصبی عضله راست رانی (p=۰/۲۷)، رانش عصبی عضله پهن جانبی (p=۰/۴۱)، رانش عصبی عضله نیم وتری (p=۰/۱۹)، قدرت عضلات چهارسرانی (p =۰/۷۴)، قدرت عضلات همسترینگ (p=۰/۲۸) در پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنادار نداشت. ولی در گروه آزمایش میانگین رانش عصبی عضله راست رانی، پهن جانبی، نیم وتری و قدرت عضلات چهارسررانی و عضلات همسترینگ در پس آزمون نسبت به پیش آزمون به طور معناداری افزایش داشته است (p<۰/۰۵). در مقایسه بین گروهی مشخص شد که در مرحله ی پیش آزمون میانگین رانش عصبی عضلات راست رانی (p=۰/۱۳)، پهن جانبی (p=۰/۸۵)، نیم وتری (p=۰/۵۶) و قدرت عضلات چهارسررانی (p=۰/۷۵) و همسترینگ (p=۰/۸۰) بین گروه کنترل و تجربی اختلاف معناداری نداشت ولی در پس آزمون میانگین رانش عصبی عضلات راست رانی، پهن جانبی، نیم وتری و قدرت عضلات چهارسر رانی و همسترینگ (Hamstring) در زنان گروه تجربی به طور معناداری بیشتر از زنان گروه کنترل بود (p<۰/۰۵).

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق، تعامل معنادار گروه ها و تغییرات بین گروهی در رانش یا تحریک پذیری عصبی عضلات راست رانی، پهن جانبی و نیم وتری زانو در طی حداکثر انقباض ایزومتریک زانو در اثر تمرینات ترکیبی مشاهده شد. این تحقیق برای اولین بار تاثیر این تمرینات ترکیبی که شامل تمرینات انعطاف پذیری، ثبات مرکزی، مقاومتی، تعادلی، چابکی و پلیومتریک است را بر زنان مبتلا به MS بررسی نمود. به علت عدم مطالعه بر روی این نوع تمرینات بر زنان مبتلا به MS، نتایج این تحقیق با مطالعات قبلی که که نزدیک به مطالعه حاضر بودند، همسو بود (۱۳، ۱۲). که در این مطالعات تغییر معناداری در رانش عصبی عضلات راست رانی، پهن جانبی و نیم وتری در طی حداکثر انقباض ایزومتریک زانو دراثر تمرینات مقاومتی پیشرونده در بیماران مبتلا به MS گزارش شد. بیماری MS، باعث کاهش رانش عصبی از سیستم عصبی به عضلات اندام تحتانی می گردد. بنابراین قدرت عضلانی افراد مبتلا به MS ۳۰-۷۰ درصد کمتر از افراد سالم می باشد (۱۲).

تحقیق حاضر بر عضلات اندام تحتانی زنان مبتلا به MS متمرکز بود. افزایش قدرت عضلات چهارسر و همسترینگ در اثر تمرینات ترکیبی با افزایش در دامنه فعالیت الکترومایوگرافی سطحی همراه بود که این نشانه افزایش رانش عصبی عضلات راست رانی، پهن جانبی، نیم وتری می باشد. و نشان دهنده خروج نرون های حرکتی وابران از سیستم عصبی مرکزی به سمت فیبرهای فعال عضلانی است (۲۳). این سازگاری های عصبی، شامل تغییر در به کارگیری واحدحرکتی، تحریک پذیری نورون حرکتی و تغییر در همکاری فعال آنتاگونیست هاست (Antagonist) (۲۴). با افزایش رانش عصبی، تغییرات عصبی از جمله افزایش فعالیت سیناپسی و افزایش تحریک پذیری روی می دهد (۲۵). این تغییرات عصبی عضلانی باعث کارایی بیشتر آستانه بالاتر، فیبرهای عضلانی سریع، افزایش تولید نیروی عضلانی و کاهش زمان انقباض می شود (۲۶). این تمرینات ترکیبی در حقیقت به عنوان تمرینات عملکردی شناخته می شود. این تمرینات یک سبک از تمریناتی را توصیف می کند که

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲: مشخصات بالینی بیماران مبتلا به MS در پیش آزمون

متغیرها	کنترل (انحراف معیار± میانگین)	تمرین	p- مقدار
سن (سال)	۵/۶۴ ± ۴۰/۱	۷/۲۴ ± ۳۸/۷	۰/۶۱
قد (متر)	۶/۰۴ ± ۱۵۸	۵/۸۴± ۱۵۶	۰/۶۰
وزن (کیلوگرم)	۱۱ ± ۴۸/۵	۹/۸۷ ± ۴۶/۱	۰/۵۸
*EDSS	۰/۶۶ ± ۱/۸۵	۰/۷۱ ± ۱/۷۵	۰/۷۱
مدت بیماری	۲ ± ۴/۴	۲/۱ ± ۴/۲	۰/۷۲

سطح معناداری p<۰/۰۵، معیار ناتوانی جسمانی* (Expanded Disability Status Scale; EDSS)

جدول ۳: داده های مربوط به اطلاعات توصیفی متغیرها و آزمون تحلیل واریانس

متغیر	نوبت آزمون	گروه کنترل (انحراف معیار± میانگین)	گروه تجربی (انحراف معیار± میانگین)	تغییرات درون گروهی	تغییرات بین گروهی	تعامل
رانش عصبی عضله راست رانی (میکروولت در ثانیه)	پیش آزمون	۲۵۱ ± ۷۱/۹	۲۸۱/۵ ± ۴۲/۲	F = ۶/۲	F = ۷/۱	F= ۸/۵
	پس آزمون	۲۳۹/۱ ± ۸۷/۱	۵۲۴/۹ ± ۳۲۰/۲	p=۰/۰۲*	p=۰/۰۱	p=۰/۰۰۹*
				η^2=۰/۲	η^2=۰/۲	η^2=۰/۳
رانش عصبی عضله پهن جانبی (میکروولت در ثانیه)	پیش آزمون	۳۸۵/۴ ± ۱۵۸/۱	۳۷۰/۵ ± ۱۷۳/۴	F=۵/۷	F =۴/۷	F= ۷/۵
	پس آزمون	۳۶۳/۳ ± ۱۶۱/۸۸	۶۷۹/۴ ± ۳۵۵/۷	p=۰/۰۲*	p=۰/۰۴	p=۰/۰۱*
				η^2=۰/۲	η^2=۰/۲	η^2=۰/۳
رانش عصبی عضله نیم وتری (میکروولت در ثانیه)	پیش آرمون	۳۴۵/۲ ± ۱۵۲	۳۱۱/۸ ± ۱۵۶/۷	F=۴/۶	F= ۲/۹	F= ۱۳/۹
	پس آزمون	۲۹۶/۵ ± ۲۱۰/۳	۵۵۵/۵ ± ۳۹۰/۳	p=۰/۰۴*	p=۰/۱	p=۰/۰۰۱*
				η^2=۰/۱	η^2=۰/۲	η^2=۰/۴
قدرت عضلات چهارسررانی (نیوتن در متر)	پیش آزمون	۶۰/۲ ± ۱۸/۹	۵۶/۴ ± ۲۵/۸	F= ۲۲/۱	F= ۲/۲	F= ۲۰/۴
	پس آزمون	۵۹/۵ ± ۱۹/۱	۸۱/۷ ± ۳۰/۹	p=۰/۰۰۱*	p=۰/۱	p=۰/۰۰۱*
				η^2=۰/۱	η^2=۰/۵	η^2=۰/۵
قدرت عضلات همسترینگ (نیوتن در متر)	پیش آزمون	۲۹/۹ ± ۹/۱	۲۸/۸ ± ۱۲/۹	F= ۴/۸	F=۱/۴	F= ۱۱/۶
	پس آزمون	۲۷/۰۷ ± ۷/۰۲	۴۲/۳ ± ۱۴/۹	p=۰/۰۴*	p=۰/۱	p=۰/۰۰۳*
				η^2=۰/۱	η^2=۰/۲	η^2=۰/۴

* سطح معناداری p<۰/۰۵

دارای رشته های متعدد است. هر یک از این رشته های مورد استفاده در این تمرینات منجر به یک محرک منحصر به فرد می شود که راندمان و دقت سیستم عصبی را به نحوی که مرتبط با حرکت بدن است را توسعه می دهد (۱۶) بخش بزرگی از رشد قدرت مرتبط با پیشرفتی است که از طریق فعال سازی و هماهنگ سازی واحد های حرکتی که رابط بین عضله و سیستم عصبی است. با این حال، قدرت تنها برای توسعه کل محدوده سیستم عصبی و سیستم عصبی عضلانی کافی نیست (۱۷). بنابراین تمرینات ترکیبی، تمرینات ثبات مرکزی، تعادل، چابکی و تمرینات پلیومتریک را به منظور افزایش الگوهای حرکتی فعالیت های روزانه ترکیب می کند. رابط بین سسیتم عصبی و عضلانی، واحد های حرکتی هستند که محرک سیستم عضلانی و حسی عمقی می باشند (۱۸). پلیومتریک یک جز مهم از این تمرینات ترکیبی می باشد به این دلیل که بسیاری از جنبه های تمرینات قدرتی،

www.SID.ir

Archive of SID

تعادل و چابکی را شامل می شود(۷). مطالعات نشان داده است که تمرینات پلیومتریک، سازگاری های اسکلتی عضلانی همچنین سازگاری های عصبی عضلانی را تحریک می کند (۲۷). تمرینات پلیومتریک باعث افزایش رانش عصبی در هنگام افزایش قدرت اندام تحتانی می شود (۲۸). از دیگر نتایج این پژوهش، تاثیر معنادار اثر تعامل و تغییرات درون گروهی تمرینات ترکیبی بر قدرت عضلات چهارسر و همسترینگ زانو در گروه تجربی بود اما این نتایج در گروه کنترل مشاهده نشد. نتیجه این تحقیق با مطالعه Kjlhede و همکاران (۱۰) که نزدیک به تحقیق حاضر می باشد، همسو بود. که در این تحقیق بهبود معنی داری در قدرت عضلات چهارسرانی و همسترینگ زانو در اثر تمرینات مقاومتی در زنان مبتلا به MS مشاهده شد. همچنین با تحقیق Villadsen و همکاران (۲۹) که بهبود معنی داری در قدرت عضلانی عضلات زانو در بیماران مبتلا به استئوآرتریت (Osteoarthritis) در اثر این نوع تمرینات ترکیبی نشان دادند (۲۹) همخوانی داشت.

طبق نتایج در برنامه های توانبخشی، تمرین مقاومتی می توانند قدرت عضلات اسکلتی را افزایش دهند. در حالی که در تمرینات مقاومتی به طور عمده از تمرینات ایزومتریک و ایزوتونیک برای بهبود قدرت عضلانی استفاده می شود. اما تمرینات ترکیبی که شامل سیکل های انقباض کششی (پلیومتریک)، تمرین پریدن و چرخه های کوتاه کشش، تمرینات افزایش تعادل، گیرنده حسی عمقی و تمرینات چابکی است، این نوع تمرین پیشرفته می تواند انقباض کششی را تحریک کند و موجب افزایش قدرت عضلانی شود.که ممکن است باعث شود تعادل قدرت عضله در حرکت سریع بیشتر مشاهده شود (۲۹). مطالعات متعدد تاثیر تمرینات پلیومتریک را بر قدرت اندام تحتانی بررسی کردند و افزایش در حداکثر انقباض ارادی و میزان پیشرفت نیرو تحت وضعیت ایزومتریک را نشان دادند (۲۸). نتیجه مطالعه حاضر با تحقیق Learmonth و همکاران (۳۰) همسو نبود. در مطالعه Learmonth و همکاران (۳۰) بهبود معنی داری در قدرت عضلات چهارسرانی زانو بیماران مبتلا به MS مشاهده نشد. دلیل این را می توان به نوع پروتکل تمرین و شدت تمرینات در این تحقیق دانست. دلیل احتمالی دیگر را می توان به میزان ناتوانی جسمانی بیماران نسبت داد؛ که در پژوهش Learmonth و همکاران (۳۰) بیماران با ناتوانی جسمانی بین ۵/۵ تا ۶/۵ مورد مطالعه قرار گرفتند، که فرد دارای ناتوانی شدیدتر، اختلال در فعالیت های روزانه و هنگام راه رفتن نیاز به کمک دارد. اما در پژوهش حاضر میزان ناتوانی جسمانی بین ۱ تا ۳ بود. که فرد دارای ناتوانی متوسط می باشد که بر فعالیت های روزانه موثر بوده اما هنوز می تواند راه برود. از دیگر اهداف این تمرینات ترکیبی بهبود نقایص حرکتی که مرتبط با وظایف و عملکرد واقعی روزانه افراد می باشد. این تمرینات، ترکیبی از مهارت های حرکتی پایه با قدرت و فعالیت های آماده سازی است مانند تمرینات مقاومتی و پلیومتریک که برای بهبود الگوهای حرکتی، کنترل عصبی عضلانی و افزایش قدرت می باشد (۳۱). تمرینات پلیومتریک باعث بهبود روند به کارگیری عضله، بهبود قدرت عضله و افزایش استقامت عضله می شود علاوه بر افزایش قدرت، از دیگر مزایای این تمرینات در عملکرد عضلانی، میزان تسریع پیشرفت نیرو و تاخیر در شروع خستگی عضلانی می باشد (۳۲).

محدودیت های این مطالعه: عدم کنترل حملات آزمودنی ها و عوارض داروهای مورد استفاده در طول تمرین عدم کنترل شرایط روحی و مسائل روانشناختی برنامه وعده های غذایی آزمودنی ها براساس نتایج حاصل از تحقیق پیشنهاد می شود افرادی که در ارتباط با بیماران MS هستند از جمله مراکز توانبخشی، متخصصان طب ورزشی، کلینیک های فیزیوتراپی، پزشکان، مراکز پژوهشی و تحقیقاتی که در ارتباط با بهبود و کنترل بیماری MS مطالعه و پژوهش انجام می دهند، با استفاده از روش های تمرین درمانی تمرینات ترکیبی روش درمانی موثری برای بهبود تحریک پذیری عصبی و کاهش ضعف عضلانی بیماران در مدت زمان طولانی حداقل ۸ هفته و جلسات تمرینی به صورت منظم به کار ببرندکه از هزینه درمانی و عوارض دارویی بیمار کاسته و با ایجاد راهبردی مناسب در درمان و پیشگیری تا اندازه ای موجب بهبودی و جلوگیری از پیشرفت بیماری شوند. پیشنهاد می شود در پژوهش های آینده، تاثیر تمرینات ترکیبی را بر روی زنان مبتلا به MS با مقیاس ناتوانی جسمانی بالاتر انجام داد. می توان این مطالعه را بر روی جنسیت مرد و تاثیر دوره های طولانی مدت این تمرینات بر علائم دیگر مانند گیرنده های حسی

www.SID.ir

Archive of SID

عمقی در زانو و مچ پا، میزان خستگی و کیفیت زندگی و ظرفیت عملکردی بیماران مبتلا به MS بررسی کرد.

به نظر می رسد که این تمرینات ورزشی ترکیبی یک اثر درمانی مفید و بالقوه مهم در مدیریت علائم MS دارد و از آنجا که MS ماهیت پیشرونده مزمن دارد، و با توجه به محدودیت های محیطی، اقتصادی، زمانی، ماهیت بیماری MS و وضعیت روانی بیماران، این برنامه ورزشی را به عنوان برنامه توانبخشی یا فعالیت ورزشی موثر در بیماران ام اس به کار برد.

سپاسگزاری

از تمام بیماران و پرسنل محترم کلینیک MS اصفهان که ما را در انجام این تحقیق یاری رساندند، کمال تشکر و قدرانی را می نماییم. شایان ذکر است که کد اخلاق با شماره (IR.UI.REC.1397.070) از کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان اخذ گردید.

منابع

1. Neurorehabilitation for the Physical Therapist Assistant. 1ed. Slack Incorporated.2006; 198202.

2. Soltani M, Hejazi SM, Noorian A, Zendedel A, Ashkanifar M. Effect of Selected Aerobic Exercise on Balance Improvement in Multiple Sclerosis Patients. J Mashhad School Nurs Midw 2009; 9(2): 107-113. [Persian]

3. Sokhangu MK, Rahnama N, Etemadifar M, Rafeii M, Saberi A. Effect of neuromuscular exercises on strength, proprioceptive receptors, and balance in females with multiple sclerosis. Int J Prev Med 2021; 12: 5.

4. Kargarfard M, Shariat A, Ingle L, A. Cleland J, Kargarfard M. Randomized Controlled Trial to Examine the Impact of Aquatic Exercise Training on Functional Capacity, Balance, and Perceptions of Fatigue in Female Patients With Multiple Sclerosis. Archive of Physical Medicine and Rehabilitation. 2018; 99: 234-241.

5. Charles L, Timothy L, Bigland-Ritchie B. Neuromuscular Response of Patients with multiple sclerosis. Muscle & Nerve 1992 ;15: 1123-1132.

6. Scott S, Hughes A, Galloway S, Hunter A. Surface EMG characteristics of people with multiple sclerosis during static contractions of the knee extensors. Clin Physiol Funct Imaging 2011; 31: 11-17.

7. Stevenson J, Chad S, Schwartz B, Busconi D. Assessing the Effectiveness of Neuromuscular Training Programs in Reducing the Incidence of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: A Systematic Review. Am J Sports Med 2015; 43(2): 482-90.

8. Fimland M, Gruber M, Hoff J, Helgerud J, Leivseth G. Enhanced neural drive after maximal strength training in multiple sclerosis patients. Eur J Appl Physiol 2010; 110: 435-443.

9. Schwid SR, Thornton CA, Pandya S, Manzur KL, et al. Quantitative assessment of motor fatigue and strength in MS. Neurology 1999 ; 53(4): 743-750.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Kjlhede T, Vissing K, de Place L, Pedersen B, et al. Neuromuscular adaptations to long-term progressive resistancetraining translates to improved functional capacity for people with multiple sclerosis and is maintained at follow-up. Multiple Sclerosis Journal 2015; 21(5): 599-611.

11. Frey GC, Chow B. Relationship between BMI, physical fitness and motor skills in youth with mild intellectual disabilities. Int J Obes (Lond). 2006; 30(5): 861-867.

12. Kjhede T, Vissing K, Dalgas U. Multiple sclerosis and progressive resistance training: a systematic review . Mult Scler 2012; 18(90): 1215-1228.

13. Dalgas U, Stenager E, Rasmussen C, Lund C, et al. Neural drive increases following resistance training in patients with multiple sclerosis. Neurol Journal 2013; 260(7): 1822-1832.

14. Tarakci E, Yelden I, Huseyinsinoglu B, Zenginler Y, Eraksoy M. Group exercise training for balance, functional status, spasticity, fatigue and quality of life in multiple sclerosis: a randomized controlled trail. Clin Rehabil 2013; 27(9): 813-822.

15. Mayo NE, Bayley M, Duquette P, Lapierre Y, et al. The role of exercise in modifying outcomes for people with multiple sclerosis: a randomized trial. BMC Neurology 2013; 13(1): 69.

16. Vight M, Cook G. Sports Wounds Chapter 9 Impaired neuromuscular control: Reactive neuromuscular training 2014.

17. A.Gabriel D, Kamen G, Frost G. Neural Adaptations to Resistive Exercise. Sport Med 2006; 36(2): 133-149.

18. Samuel R. Importance of Neuromuscular Training of Athletes. Sport Studies 2015; 5(2): 141-145.

19. Etemadifar M, Maghzi AH. Sharp increase in the incidence and prevalence of multiple sclerosis in Isfahan, Iran. Mult Scler 2011; 17(8): 1022-1027.

20. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst C, Rau G. Development of recommendations for sEMG sensor placement procedures. J Electromyogr Kinesiol 2000; 10(5): 361-374.

21. M.Lepez N, Orosco E, di Sciascio F. Surface Electromyographic Onset Detection Based on Statistics and Information Content. Jomdas de Ingeniera Clinical. 2011.

22. Clausen B, Holsgaard-Larsen A, Ewa M. An 8-Week Neuromuscular Exercise Progra m for Patients With Mild to Moderate Knee Osteoarthritis: A Case Series Drawn From a Registered Clinical Trial. J Athl Train 2017; 52(6): 592-605.

23. A.Gabriel D, Kamen G, Frost G. Neural Adaptations to Resistive Exercise. Sport Med 2006; 36 (2): 133-149.

24. Aagaard P, Simonsen E, Andersen J, Magnusson P. Increased rate of force development and neuraldrive of human skeletal muscle following resistance training .J Appl Physiol 2002; 93:1318-1326.

25. Angelozzi M, Madama M, Corsica C, Vittorio C, et al. Rate of force development as an adjunctive outcome measure for return-to-sport decisions after anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Sports Phys Ther 2012; 42(9): 72-78.

26. Gorassini M, Yang J, Siu M, Bennett D. Intrinsic activation of human motor units:Reduction of motor unit recruitment thresholds by repeated contractions. J Neurophysiol 2002; 87(4): 1859-1866.

27. Gondin J, Guette M, Ballay Y, Martin A. Electromyostimulation Training Effects on Neural Drive and Muscle Architecture. Journal of the American College of Sports Medicine 2005: 1291-1299.

28. Behrens M, Mau-Moeller A, Bruhn S. Effect of plyometric training on neural and mechanical properties of the knee extensor muscles .Int J Sport Med 2014; 35(2): 101-110.

29. Villadsen A, Overgaard S, Holsgaard-Larsen A, Christensen R, Roos E. Immediate Efficacy of Neuromuscular Exercise in Patients with Severe Osteoarthritis of the Hip or Knee:. A Secondary

www.SID.ir

Archive of SID

Analysis from a Randomized Controlled Trial. J Rheumatol 2014;41:1394-1385.

30. Learmonth YC, Paul L, Miller L, Mattison P, McFadyen AK. The effects of a 12-week leisure centre-based, group exercise intervention for people moderately affected with multiple sclerosis: a randomized controlled pilot study. Clin Rehabil 2012; 26(7): 579-593.

31. Hopper A, Haff E, Barley O, Joyce C, et al. Neuromuscular Training Improves Movement Competency and Physical Performance Measures in 11–13 Year-Old Female Netball Athletes .J Strength Condg Res 2017; 31(5): 1165-1176.

32. L. Chmielewski T, D.Myer G, Kauffman D, M. Tillman S. Plyometric Exercise in the Rehabilitation of Athletes: Physiological Responses and Clinical Application .J Orthop Sports Phys Ther 2006; 36(5): 308-319.

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست ۱

جدول۴: نتیجه آزمون کولموگروف اسمیرونوف در بررسی نرمال بودن توزیع خطا

متغیر	پیش آزمون			پس آزمون		
	آماره	درجه آزدی	p- مقدار	آماره	درجه آزدی	p- مقدار
رانش عصبی عضله راست رانی	۰/۵۱	۲۰	۰/۹۵	۱	۲۰	۰/۱۶
رانش عصبی عضله پهن جانبی	۰/۵۴	۲۰	۰/۹۲	۰/۶۴	۲۰	۰/۷۹
رانش عصبی عضله نیم وتری	۰/۵۵	۲۰	۰/۹۱	۱	۲۰	۰/۲
قدرت عضلات چهارسررانی	۰/۴۸	۲۰	۰/۹۷	۰/۵	۲۰	۰/۹۶
قدرت عضلات همسترینگ	۰/۴۹	۲۰	۰/۹۶	۰/۸۶	۲۰	۰/۴۳

سطح معناداری $p<۰/۰۵$

جدول۵: نتایج آزمون لوین در بررسی همگنی واریانس خطا

متغیر	مرحله	آماره	درجه آزادی۱	درجه آزدی ۲	p- مقدار
رانش عصبی عضله راست رانی	پیش آزمون	۱/۳۲	۱	۱۸	۰/۲۶
	پس آزمون	۲/۶۷	۱	۱۸	۰/۱۱
رانش عصبی عضله پهن جانبی	پیش آزمون	۰/۰۶	۱	۱۸	۰/۷۹
	پس آزمون	۳/۸	۱	۱۸	۰/۰۶
رانش عصبی عضله نیم وتری	پیش آزمون	۰/۰۷	۱	۱۸	۰/۷۱
	پس آزمون	۲/۷۲	۱	۱۸	۰/۱
قدرت عضلات چهارسررانی	پیش آزمون	۲/۲	۱	۱۸	۰/۱۵
	پس آزمون	۰/۰۱۲	۱	۱۸	۰/۹۱
قدرت عضلات همسترینگ	پیش آزمون	۲/۵	۱	۱۸	۰/۱۳
	پس آزمون	۳/۷۸	۱	۱۸	۰/۰۷

سطح معناداری $p<۰/۰۵$

www.SID.ir